TABELLEN

zur

GESTEINSKUNDE

für

Geologen, Mineralogen, Bergleute, Chemiker,
Landwirte und Techniker

zusammengestellt von

Dr. G. Linck
o. ö. Professor der Mineralogie und Geologie an der Universität Jena

Fünfte, verbesserte Auflage

Mit 8 Tafeln

SEMPER BONIS ARTIBUS

Jena
Verlag von Gustav Fischer
1921

TABELLEN

zur

GESTEINSKUNDE

für

Geologen, Mineralogen, Bergleute, Chemiker, Landwirte und Techniker

zusammengestellt von

Dr. G. Linck
o. ö. Professor der Mineralogie und Geologie an der Universität Jena

Fünfte, verbesserte Auflage

Mit 8 Tafeln

SEMPER BONIS ARTIBUS

Jena
Verlag von Gustav Fischer
1921

Vorwort zur ersten Auflage.

Die vorliegenden Tabellen entsprangen einem oft gefühlten Bedürfnis bei den Vorlesungen und Übungen des Verfassers und haben nun schon eine Reihe von Jahren, als Manuskript gedruckt, gute Dienste geleistet. Auch von Fachgenossen habe ich Gutes darüber gehört. Diese beiden Umstände haben mich veranlaßt, sie in einer durch einige Abbildungen der wichtigsten Strukturarten wenig erweiterten Form allgemein zugänglich zu machen.

Jena, im Februar 1902.

G. Linck.

Vorwort zur vierten Auflage.

Es ist nun doch während des Weltkrieges eine neue Auflage nötig geworden, und meine zeitweilige Zurückstellung vom Heeresdienst erlaubt mir die Ausführung. Die Heimkehrenden sollen sie fertig vorfinden. Möge sie die gleich freundliche Aufnahme finden wie ihre Vorgängerinnen.

Ich habe die Tabellen in manchem, wie ich glaube, entsprechend den Fortschritten der Wissenschaft geändert und wie ich mich schon früher bei den Eruptivgesteinen an Rosenbusch anlehnte, so habe ich mich jetzt bei den kristallinen Schiefergesteinen eng an

Grubenmann und Becke angeschlossen. Ihnen gebührt Ruhm und Dank.

Die äußere Form habe ich in Rücksicht auf die Handlichkeit geändert. Den alten Preis konnte die Verlagsbuchhandlung unter den heutigen allbekannten Umständen nicht einhalten.

Und nun „Glück auf!"

Jena, im Juli 1918.

G. Linck.

Vorwort zur fünften Auflage.

Nachdem eine neue Auflage der Tabellen nötig geworden ist, habe ich, zum Teil dem Wunsch von Kollegen entsprechend, einige Tabellen geändert, eine ganz neu hinzugefügt, und eine vollständig umgearbeitet. Die Änderungen beziehen sich hauptsächlich auf die kieselsäurereichen Eruptivgesteine und auf die Sedimente; ganz umgearbeitet wurde die Tabelle der Einteilung der kristallinen Schiefergesteine, indem ich mich der Dreiteilung Grubenmanns anschloß; neu hinzugefügt wurde die Tabelle über die Salzgesteine, bei denen mir die Werke Rinnes, Boekes und Nigglis die Unterlage boten. Allen sei gedankt.

Glück auf!

Jena, im August 1921.

G. Linck.

Inhalt.

Tabelle 1.

Wichtigste Stoffe der Erdrinde

bis zu 10 km Tiefe, einschließlich Meerwasser (7 Proz.) und Atmosphäre (0,003 Proz.).

(Nach **Clarke** und **Vogt.**)

Sauerstoff	O	50	Prozente	Wesentliche Bestandteile der Eruptivgesteine (Sauerstoff bis Kalium)
Silicium	Si	26,20	,,	
Aluminium	Al	7,44	,,	
Eisen	Fe	4,15	,,	
Calcium	Ca	3,19	,,	
Natrium	Na	2,43	,,	
Magnesium	Mg	2,30	,,	
Kalium	K	2,27	,,	
Wasserstoff	H	0,90	,,	
Titan	Ti	0,399	,,	
Chlor	Cl	0,21	,,	
Kohlenstoff	C	0,13	,,	
Schwefel	S	0,108	,,	
Phosphor	P	0,102	,,	
Baryum	Ba	0,082	,,	
Mangan	Mn	0,078	,,	

Alle übrigen Stoffe in weniger als einem halben Promille.

Tabelle 2.

Primäre Gesteine

sind die Eruptivgesteine und deren Tuffe [1]).

Die wichtigsten Mineralien der Eruptivgesteine.

1) **Quarz** SiO_2

2) **Feldspäte:**

Alkalifeldspäte $\begin{cases} nKAlSi_3O_8 \\ mNaAlSi_3O_8 \end{cases}$ (Gemeiner Orthoklas, *Sanidin, *Natronorthoklas, Mikroklin)

Kalknatron-feldspäte $\begin{cases} nNaAlSi_3O_8 \\ mCaAl_2Si_2O_8 \end{cases}$ (Albit, Oligoklas, Andesin, Labradorit, Bytownit, Anorthit)

*Anorthoklase sind kalihaltige Kalknatronfeldspäte.

3) **Vertreter der Feldspäte in kieselsäureärmeren Gesteinen:**

*Leucit $KAlSi_2O_6$

Nephelin $NaAlSiO_4$ (mit etwas überschüssiger SiO_2)

Hauyn $mNaAlSiO_4 + nCaSO_4$
*Nosean ,, $+ nNa_2SO_4$
*Sodalith ,, $+ nNaCl$

*Melilith $\begin{cases} mCa_2(Mg,Fe)Si_2O_7 \\ nCa_2Al_2SiO_7 \end{cases}$

4) **Glimmer:**

Muscovit $(K, H)_6Al_6Si_6O_{24}$

Biotit $m(K, H)_6Al_6Si_6O_{24} + n(Mg, Fe)_2SiO_4$

5) **Olivin** $(Mg, Fe)_2SiO_4$

6) **Augite u. Hornblenden (Pyroxen u. Amphibol):**

Rhombische $(Mg, Fe)SiO_3$

Monokline $(Ca, Mg, Fe)SiO_3$
meist mit Al_2, Fe_2 oder Na (Aegirin u. Arfvedsonit)

7) **Eisenerze:**

Magneteisen Fe_3O_4

Magnetkies FeS

8) **Titanmineralien:**

Titaneisen $FeTiO_3$

Titanit $Ca(Ti, Si)O_3$

9) **Apatit:** $Ca_5(PO_4)_3 \cdot$ F oder Cl.

---

1) Tuffe sind zu den Ergußgesteinen zugehörige, anfangs lockere (klastische), vulkanische Auswurfsprodukte.

* Mineralien, die nur in Eruptivgesteinen vorkommen.

Tabelle 3.

Diese Mineralien beteiligen sich (nach Clarke) in folgender Menge an der Zusammensetzung der Eruptivgesteine:

Feldspäte und Vertreter	59,5	Prozent
Hornblenden und Augite	16,8	„
Quarz	12,0	„
Biotit	3,8	„
Titanmineralien	1,5	„
Apatit	0,6	„
Alle übrigen Mineralien zusammen	5,8	„

Tabelle 4.

Wesentliche Stoffassoziation im Eruptivmagma.

(Schematisch dargestellt.)

Feldspäte und Vertreter

Al_2O_3

K_2O — Na_2O — CaO

SiO_2 — MgO, FeO } **Olivin** } **Augite und Hornblenden**

Quarz

Bei der Berechnung geht man von der Tonerde aus, die mit Kieselsäure an die Alkalien und, soweit diese nicht ausreichen, an den Kalk gebunden die Feldspäte und ihre Vertreter liefert. Der Rest des Kalkes, Magnesia und Eisen liefern die Augite und Hornblenden oder bei mangelnder Kieselsäure Olivin. Überschüssige Kieselsäure liefert Quarz, mangelnde Feldspatvertreter und Olivin.

Vorbemerkungen.

Geologisches:

1. Tiefengesteine sind in großen unterirdischen Räumen erstarrt.
   Ganggesteine erfüllen flächenhaft sich ausdehnende Spalten.
   Ergußgesteine haben bei der Eruption die Erdoberfläche erreicht und sich dort ausgebreitet.
2. Zwischen prätertiären und jüngeren Gesteinen besteht nur ein Altersunterschied.

Chemisches:

3. Der Gehalt an Kieselsäure steigt mit den Alkalien und fällt mit zunehmenden alkalischen Erden (und Eisen).
4. Natrium herrscht unter den Alkalien zumeist vor (Natronvormacht).
5. Mit abnehmender Kieselsäure und zunehmendem Eisen wird die Farbe der Gesteine dunkler und das spezifische Gewicht nimmt zu.

Mineralogisches:

6. In älteren Gesteinen ist der Alkalifeldspat gemeiner Orthoklas oder Mikroklin oder Albit, in jüngeren Sanidin oder sanidinähnlicher Natronorthoklas oder Anorthoklas.

Physiographisches:

7. Unter Struktur versteht man die Form und gegenseitige Begrenzung der Gesteinsgemengteile (innere Vorgänge), z. B. glasig und körnig (= kristallinisch).
   Unter Textur versteht man die räumliche Anordnung und Verteilung der Gemengteile (äußere Ursachen), z. B. massig, fluidal, sphärisch.
8. Obsidiane sind wasserarme, Pechsteine sind hydratisierte wasserreiche Gläser.
9. Bimssteine sind Gläser mit Schaumtextur, Mandelsteine sind Ergußgesteine mit Blasentextur.

Eruptivgesteine.

A. Kieselsäuregehalt größer als im Mittel ca. 50—55 %

$SiO_2 \geqq 6 (Na_2Al_2O_4) + 6 (K_2Al_2O_4) + 2 (CaAl_2O_4) + (Ca, Mg, Fe)O$

größer ← SiO_2 → kleiner

Alkalien herrschend $Na_2Al_2O_4 + K_2Al_2O_4 > CaAl_2O_4$ Alkalifeldspäte					**Alkalische Erden herrschend** $CaAl_2O_4 \gtreqless Na_2Al_2O_4 + K_2Al_2O_4$ Natronreiche Kalknatronfeldspäte	
Alkalifeldspäte mit Glimmer, natriumhaltigen Augiten und Hornblenden oder einem von diesen		Alkalifeldspäte mit Kalknatronfeldspat mit Glimmer, Augit, Hornblende oder einem von diesen		Geologisches Auftreten und herrschende Struktur	Feldspat der Reihe Oligoklas-Andesin-Labradorit mit Amphibol, Augit, Biotit, Hypersthen oder einem von diesen	
mit Quarz	ohne Quarz	mit Quarz	ohne Quarz		mit Quarz	ohne Quarz
Alkaligranit	Alkalisyenit	Alkalikalkgranit	Alkalikalksyenit	Tiefengesteine. Struktur: hypidiomorph-körnig	Quarzdiorit	Diorit
Granitporphyr	Syenitporphyr	Granitporphyr	Syenitporphyr	Ganggesteine. Struktur: holokristallin-porphyrisch	Quarzdiorit-porphyrit	Dioritporphyrit
Quarzkeratophyr	Keratophyr	Quarzporphyr	Quarzfreier Porphyr oder Orthophyr	Prätertiäre Ergußgesteine. Struktur: holo- bis hypokristallin-porphyrisch oder vitrophyrisch	Quarzporphyrit	Porphyrit
Liparit (Comendit)	Trachyt (Pantellerit)	Liparit	Trachyt	Tertiäre und posttertiäre Ergußgesteine. Struktur: holo- bis hypokristallin-porphyrisch oder vitrophyrisch	Dacit	Andesit

Tabelle 6.

B. Kieselsäuregehalt geringer als im Mittel ca. 50—55 %

$SiO_2 < 6\,(Na_2Al_2O_4) + 6\,(K_2Al_2O_4) + 2\,(CaAl_2O_4) + (Ca, Mg, Fe)O$.

Wesentlicher Mineralbestand	Alkalien herrschend. Feldspatvertreter $Na_2Al_2O_4 + K_2Al_2O_4 \geq CaAl_2O_4$ — $SiO_2 \rightarrow$ **fallend**. mit Orthoklas (und Hauyn-Sodalith, Aegirin-Augit)	mit Plagioklas (und Alkalifeldspat, Hauyn-Sodalith, Aegirin-Augit, Hornblende, Biotit, Melanit)[1]		mit Augit (mit Hauyn-Sodalith, Melilith, Hornblende, Biotit, Melanit)[1]		Geologisches Auftreten und herrschende Struktur		Kalkreicher Kalknatronfeldspat der Labradorit-Anorthit-Reihe $CaAl_2O_4 > Na_2Al_2O_4 + K_2Al_2O_4$. mit Diallag, anderen monoklinen Pyroxenen oder Hornblende oder beiden		mit rhombischen Pyroxenen		ohne Feldspat (**Alkalische Erden herrschend**; **größer** ← SiO_2 → **kleiner**). **Olivin** (mit Pyroxenen, Hornblenden, Biotit und Spinell[2])	**Pyroxen** (mit Hornblenden u. Spinell[2])
		ohne Olivin	mit Olivin	ohne Olivin	mit Olivin			ohne Olivin	mit Olivin	ohne Olivin	mit Olivin		
Nephelin	Elaeolithsyenit / Essexit (mit Olivin)	Theralith und Shonkinit		Ijolith Urtit	Bekinkinit	Tiefengesteine. Struktur: hypidiomorph-körnig	Tiefengesteine. Struktur: hypidiomorph-körnig bis diabasisch-körnig	Gabbro (Anorthosit)[3]	Olivingabbro	Norit	Olivinnorit	Peridotit	Pyroxenit
Leucit	Leucitsyenit				Missourit		Ganggesteine. Struktur: holokristallin-porphyrisch	Gabbroporphyrit					
Nephelin	Elaeolithporphyr	Shonkinitporphyr		Ijolithporphyr		Ganggesteine. Struktur: holokristallin-porphyrisch	Praecarbonische Erguß- u. Ganggesteine. Struktur: diabasisch-körnig (ophitisch)	Diabas (Grünstein)				Pikrit	
Leucit	Leucitporphyr						Praecarbonische Erguß- u. Ganggesteine. Struktur: hypo- bis holokristallin-porphyrisch	Diabasporphyrit (Grünstein) (Labradorporphyrit, Augitporphyrit)				Pikritporphyrit	
Nephelin	Phonolith	Nephelintephrit	Nephelinbasanit	Nephelinit	Nephelinbasalt	Palaeo- und neovulkanische Ergußgesteine. Struktur: hypokristallin-porphyrisch bis gleichmäßig körnig oder vitrophyrisch	Praetertiäre und postdevonische Erguß- und Ganggesteine. Struktur: diabasisch-körnig bis hypokristallin-porphyrisch oder vitrophyrisch	Melaphyr					
Leucit	Leucitphonolith	Leucittephrit	Leucitbasanit	Leucitit	Leucitbasalt		Tertiäre und posttertiäre Erguß- und Ganggesteine. Struktur: diabasisch-körnig bis hypokristallin-porphyrisch oder vitrophyrisch	Feldspatbasalt					
Nephelin und Leucit	Leucitophyr	Nephelin-Leucittephrit	Nephelin-Leucitbasanit										

Zusätze zu Tab. 6. **Melilithbasalt** entspricht einem Nephelinbasalt, dessen Nephelin durch Melilith vertreten ist (ist also ärmer an Alkalien). — **Sordawalit** und **Wichtisit** sind diabasische Gläser. — **Tachylyt** und **Hyalomelan** sind Gläser der basaltischen Gesteine.
Limburgite (Magmabasalte) und **Augitite** sind vitrophyrische Ausbildungsformen basaltischer Gesteine mit Augit und Olivin oder Augit allein als Einsprenglingen und bald Nephelin-, bald Leucit-, bald Feldspat-ähnlichem Gesteinsglas.
Der **Gehalt an Eisenerzen** steigt mit sinkendem Gehalt an Kieselsäure und steigendem Gehalt an alkalischen Erden. — (In den Gesteinen der **Gabbrofamilie** tritt gerne **Magnetkies**, in den **Diabasen, Melaphyren** und **Basalten** gerne **Titaneisen** auf.)

1) **Melanit** ist ein Kalkeisengranat, der einzige eruptive Granat. — 2) **Spinelle** sind Salze nach der Formel $\ddot{R}\dddot{R}_2O_4$; ($\ddot{R}$ = Mg, Fe, Mn; $\dddot{R}$ = Al, Fe, Cr). — 3) **Anorthosite** sind Gesteine der Gabbrofamilie mit großer Armut an farbigen Gemengteilen.

Tabelle 7.

Gangförmige Spaltungsprodukte der Tiefengesteine.

Reicher an Alkalien und ärmer an alkalischen Erden als das zugehörige Tiefengestein. **(Aplitische Reihe.)**				**Reicher an alkalischen Erden und ärmer an Alkalien** als das zugehörige Tiefengestein. **(Lamprophyrische Reihe.)**			
Name	Wesentlicher Mineralbestand	Struktur	Zugehörig zu:	Zugehörig zu:	Struktur	Wesentlicher Mineralbestand	Name
Aplit	Kalifeldspat, Plagioklas, Quarz (Muscovit, Biotit)	panidiomorph-körnig bis holo-kristallin-porphy-risch	Granit, Diorit, Syenit, Gabbro	Granit, Diorit, Syenit	panidiomorph-körnig bis holo-kristallin-porphy-risch	Orthoklas, Biotit, Augit	Minette
Bostonit	Alkalifeldspat (selten Orthoklas)	panidiomorph-körnig und trachytoid	Elaeolithsyenit und Essexit	Granit, Diorit, Syenit	panidiomorph-körnig bis holo-kristallin-porphy-risch	Plagioklas, Biotit, Augit	Kersantit
Tinguait	Alkalifeldspat, Aegirin mit Quarz oder Nephelin oder Leucit	panidiomorph-körnig oder holo-kristallin-porphy-risch	Alkaligranit, Alkali-syenit, Elaeolithsyenit	Granit, Diorit, Syenit	panidiomorph-körnig	Orthoklas, Amphibol, Augit	Vogesit
Malchit	Plagioklas mit Hornblende oder Diallag	panidiomorph-körnig oder holo-kristallin-porphy-risch	Granit, Diorit und Gabbro	Granit, Diorit, Syenit	panidiomorph-körnig	Plagioklas, Amphibol, Augit	Spessartit
				Gabbro	holokristallin-porphyrisch	Plagioklas, Amphibol, Augit	Odinit
				Elaeolithsyenit und Theralith	panidiomorph-körnig bis holo-kristallin-porphy-risch	Plagioklas, Amphibol, Augit	Camptonit
				Elaeolithsyenit und Theralith	hypokristallin bis vitrophyrisch	Glas, Amphibol, Augit	Monchiquit
				Elaeolithsyenit und Theralith	hypokristallin bis vitrophyrisch	wie Monchiquit mit Olivin und Melilith	Alnöit

Zusätze zu Tab. 7. **Pegmatite** sind wesentlich Quarz-Feldspatgesteine der pneumatolytischen Periode mit meist gangförmigem Auftreten.
Die pneumatolytische Periode der Eruptivgesteine beginnt mit dem Eintreten ausgiebiger Kristallisation, mit der Erstarrung des Magmas, dem damit im Zusammenhang stehenden Entweichen der vom Magma absorbierten Dämpfe und Gase (Chlor, Fluor, Bor, Schwefelsäure usw.) und mit dem Zutritt vadosen Wassers. Dabei kann eintreten eine Zersetzung und Umwandlung des Cesteins (Alaunstein, Greisen) und eine Neubildung von charakteristischen Mineralien (Tridymit, Turmalin, Topas, Fluorit, Apatit, Zeolithe usw.).

Tabelle 8.

Spaltungsvorgänge im Magma.

Die **Klassifikation der Eruptivgesteine** in den Tabellen 5, 6 und 7 ist eigentlich künstlich insofern, als die Gesteine durch Spaltungsvorgänge aus einem Urmagma (Schmelzfluß) etwa von der Zusammensetzung eines, Monzonit genannten, syenitischen Gesteins (z. T. vielleicht unter Aufschmelzen von Sedimenten) entstanden sind. Dadurch sind alle Typen durch Übergänge miteinander verknüpft. Wie etwa die Spaltungen vor sich gegangen sind, ist für die Tiefengesteine in der untenstehenden Tabelle durch Pfeile angedeutet. **Jede Magmenart kann als Tiefen-, Gang- oder Ergußgestein auftreten.** Auch reine Magneteisenlager können als Spaltungsprodukte vorkommen.

Urmagma
= **Monzonit** (ein Syenit)

- **Alkalikalksyenit**
  - **Alkalikalkgranit**
  - **Diorit**
    - **Gabbro**
      - **Anorthosit**
      - **Peridotit**
    - **Quarzdiorit**
- **Alkalisyenit**
  - **Elaeolithsyenit**
    - **Leucitsyenit**
      - **Missourit**
    - **Essexit**
      - **Theralith** **Shonkinit**
      - **Ijolith** **Bekinkinit**
  - **Alkaligranit**

Die sekundären Gesteine oder Sedimente

entstehen aus den primären Gesteinen (den Eruptivgesteinen und ihren Tuffen) durch Verwitterung, Auslaugung und Absatz aus Luft, Eis und Wasser.

(Sie können natürlich auch durch entsprechende Wiederaufarbeitung sekundärer oder metamorphischer Gesteine entstehen.)

Tabelle 9.

Die wichtigsten Mineralien der sekundären Gesteine.

I. Klastische Gesteine:

1. **Tone,** das sind Gemenge von Kaolin $H_4Al_2Si_2O_9$ mit anderen wasserhaltigen Tonerdesilikaten
2. **Muscovit** $(K, H)_6Al_6Si_6O_{24}$
3. **Quarz** SiO_2
4. **Wasserhaltige oxydische Eisenerze**
5. **Kalkspat** $CaCO_3$ } als Bindemittel.
6. **Dolomit** $CaMgC_2O_6$ } als Bindemittel.

(Auch können sie die Mineralien der primären Gesteine noch enthalten.)

II. Chemische Sedimente:

1. **Anhydrit** $CaSO_4$
2. **Gips** $CaSO_4 \cdot 2\,H_2O$
3. **Polyhalit** $Ca_2MgK_2S_4O_{16} \cdot 2\,H_2O$
4. **Glauberit** $Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$
5. **Reichardtit** $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$ } **Abraumsalze**
6. **Hexahydrat** $MgSO_4 \cdot 6\,H_2O$ } **Abraumsalze**
7. **Kieserit** $MgSO_4 \cdot H_2O$ } **Abraumsalze**

8. **Langbeinit** $K_2SO_4 \cdot 2\,MgSO_4$
9. **Vanthoffit** $3\,Na_2SO_4 \cdot MgSO_4$
10. **Loeweit** $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2\frac{1}{2}\,H_2O$
11. **Astrakanit** $Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4\,H_2O$
12. **Kainit** $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3\,H_2O$
13. **Sylvin** KCl
14. **Carnallit** $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6\,H_2O$
15. **Bischofit** $MgCl_2 \cdot 6\,H_2O$

(8.–15.: **Abraumsalze**)

16. **Steinsalz** (Halit) NaCl
17. **Kalkspat** } $CaCO_3$
18. **Aragonit** } $CaCO_3$
19. **Dolomit** $Ca\,Mg\,C_2O_6$
20. **Ankerite** $Ca\,(Mg, Fe, Mn)C_2O_6$
21. **Eisenspat** $FeCO_3$
22. **Braunspäte** $(Fe, Mg, Mn)CO_3$
23. **Glaukonit** glimmerähnliches, an Kali und Wasser reiches Mg-Fe-Al-Silikat
24. **Thuringit** } chloritische Fe-Al-Silikate
25. **Chamosit** } chloritische Fe-Al-Silikate
26. **Opal** $SiO_2 \cdot nH_2O$
27. **Quarz** SiO_2
28. **Limonit** $Fe_2O_3 \cdot 1\frac{1}{2}\,H_2O$
29. **Gelbeisenerz** $Fe_2O_3 \cdot 2\,H_2O$
30. **Beauxit** $Al_2O_3 \cdot 2\,H_2O$ (Laterit).

III. Organogene Sedimente:

1. **Kalkspat** } $CaCO_3$
2. **Aragonit** } $CaCO_3$
3. **Opal** $SiO_2 \cdot nH_2O$
4. **Kohlenwasserstoffe**
5. **Kohlen** (d. s. wesentlich Gemenge von Kohlenwasserstoffen und Aschenbestandteilen).

In den Braunkohlen hauptsächlich Kohlenwasserstoffe der aliphatischen, in den Steinkohlen der aromatischen Reihe.

Allgemein verbreitet („Hans in allen Gassen", Henkel): **Pyrit** und **Markasit** FeS_2.

Tabelle 10.

Die sekundären Gesteine.

Ungelöste Bestandteile

Mechanische Sedimente (etwa 95 % aller Sedimente, dabei 75 % Tongesteine)

(Klastische oder Trümmergesteine)

(Die Striche deuten an, wie sich diese Sedimente beim Altern oder bei der Metamorphose verändern.)

Direktes Verwitterungsprodukt anderer Gesteine	Nach längerem Transport durch Wind, Eis oder Wasser					
Schotter	**Gerölle (Kies), Geschiebe**	**Sande**		Wassertransport	Windtransport	Eistransport
(Gehängeschutt, eluvialer Laterit)	(Moränen)	mit Feldspat	ohne Feldspat	**Tone** [7] arm	**Löß** [7] reich	**Geschiebelehm** reich
				an Alkali und Kalk.		
				Die Unterschiede gleichen sich mit dem Altern durch Adsorption aus		
Breccien	**Konglomerate**	**Arkosen**	**Sandsteine**	**Schiefertone, Mergel** [1]		
mit Feldspat)	(mit Feldspat)			**Tonschiefer** und **Grauwackenschiefer.**		
	Grauwacken		**Quarzite**			

(Breccien mit Feldspat, Konglomerate mit Feldspat und Arkosen gehen in **Grauwacken** über.)

Gelöste Bestandteile

Chemische Sedimente

(d. h. durch Verdunstung, Abkühlung, chemische Reaktionen gebildet)

Sulfate u. Chloride	Carbonate	Silikate	Hydrate
Anhydrit **Gips** **Abraumsalze** **Steinsalz** (S. Tab. 11)	**Kalkoolith** [2]) (Rogenstein) [2]) **Eisenoolith** [4]) **Spateisenstein** [4]) **Dolomit** [6]) **Kalktuff** (Kalksinter) **Kalkstein** z. T. [3])	**Glaukonit** **Thuringit** [8]) **Chamosit**	**Kieselsinter** **Süßwasserquarzit** [5]) **Raseneisenstein** (Limonit) **Alluvialer Laterit** (Beauxit)

Organogene Sedimente

Zoogene Sedimente			Phytogene Sedimente		
Kalkig	Kieselig	Organisch	Organisch	Kieselig	Kalkig
(Foraminiferen, Korallen usw.)	(Radiolarien, Spongien usw.)			(Diatomeen)	(Algen usw.)
Kalkstein [3]) z. T. **Kreide** [3]) **Muschelbreccie** [3])	**Kieselschiefer** z. T. **Spongiensandstein**	**Bitumen** [9]) **Erdöl** **Asphalt** **Guano**	**Torf** [9]) **Braunkohle** **Steinkohle** **Anthrazit**	**Kieselguhr** **Polierschiefer** **Kieselschiefer z. T.**	**Kalkstein** [3]) z. T.

---

1) Mergel sind Gemenge von klastischem Material (Ton) mit anderen Sedimenten ($CaCO_3$ usw.), auch findet man sonst häufig das Material verschiedener Entstehung gemischt.
2) Als Aragonit oder Vaterit entstanden und in Kalkspat umgewandelt.
3) Meist als Aragonit oder Vaterit entstanden, in Kalkspat umgewandelt und grobkristallinisch. Wenn als Kalkspat entstanden, feinkörnig bis dicht (lithographische Steine).
4) Vielfach durch Infiltration von Eisenlösungen aus Kalkstein entstanden (Diagenese).
5) Ist eigentlich ein feinkörniger Sandstein mit kieseligem Bindemittel.
6) Die Dolomite verdanken ihre Entstehung zumeist der Umwandlung von Kalksedimenten durch Magnesiumsalzlösungen bei Gegenwart von Ammonsalzen und freier Kohlensäure (Diagenese).
7) Die Tone adsorbieren aus Lösungen selektiv Kali, Kalk, Natron, Magnesia, werden reicher an löslichen Bestandteilen.
Der Löß verliert durch Auslaugen mit Wasser lösliche Bestandteile, wird daran ärmer, er verlehmt.
8) Thuringit und Chamosit sind vielleicht metamorphe Bildungen.
9) Bitumina und Kohlen entstehen durch Inkohlung; Anthrazit aus der Steinkohle durch Erwärmung und Abdestillation von Kohlenwasserstoffen.

Tabelle 11.

Das Weltmeer.

1. Menge der Salze im Durchschnitt 3,5 Proz.
2. Ihre chemische Zusammensetzung (nach Erdmann):

Natrium Na . .	30,54 Proz.	**Chlor** Cl	55,29 Proz.
Kalium K . . .	1,125 „	**Brom** Br	0,185 „
Magnesium Mg .	3,69 „	**Schwefelsäure** SO_3	7,76 „
Calcium Ca . . .	1,18 „	**Kohlensäure** CO_2	0,20 „

3. Daraus berechnet sich, daß das Chlornatrium rund drei Viertel der Salze ausmacht.
4. Das Überwiegen des Natriums über das Kalium ist bedingt durch die Adsorption des Kaliums in den Tongesteinen.
5. Das starke Zurücktreten des kohlensauren Kalks ist bedingt durch dessen Verbrauch zu Schalen und Skeletten der Organismen.
6. Die Säuren stammen aus den Vulkanen. Sie sind in erster Linie an die stärksten Basen gebunden. Daher das Zurücktreten der alkalischen Erden.
7. In Binnenmeeren in kontinentalem Klima, wo die Verdunstung an Wasser größer ist als die Zufuhr, entstehen

Die Salzgesteine.

8. Würde das Weltmeer der Verdunstung bei 25° C unterworfen, die Temperatur sich nicht wesentlich ändern, auch nicht durch die Flüsse andauernd wieder Salze zugeführt, so würden sich daraus (nach van t'Hoff u. A.) folgende Gesteine in der durch Zahlen kenntlich gemachten Reihenfolge abscheiden:

<table>
<tr><th>Gesteine</th><th colspan="5">Wesentliche Gemengteile</th><th>Zone</th></tr>
<tr><td>11. Bischofithalit</td><td rowspan="10">Steinsalz (Halit)</td><td rowspan="4">Anhydrit</td><td rowspan="3">Kieserit</td><td rowspan="2">Carnallit</td><td>Bischofit</td><td>Bischofitzone</td></tr>
<tr><td>10. Carnallithalit</td><td>—</td><td>Carnallitzone</td></tr>
<tr><td>9. Kieserithalit</td><td rowspan="3">Kainit</td><td>—</td><td rowspan="3">Kainitzone</td></tr>
<tr><td>8. Kainithalit</td><td>Mg-Hexahydrat</td><td>—</td></tr>
<tr><td>7. Reichardtit-Kainithalit</td><td colspan="2" rowspan="2">Reichardtit</td><td>—</td></tr>
<tr><td>6. Reichardtithalit</td><td rowspan="3">Polyhalit</td><td>—</td><td>Kalium-magnesium-sulfatzone</td></tr>
<tr><td>5. Astrakanithalit</td><td colspan="2">Astrakanit</td><td>—</td><td>Kalifreie Magnesium-sulfatzone</td></tr>
<tr><td>4. Polyhalithalit</td><td colspan="2">—</td><td>—</td><td>Polyhalitzone</td></tr>
<tr><td>3. Anhydrithalit</td><td colspan="2">Anhydrit</td><td>—</td><td>—</td><td>Anhydritzone</td></tr>
<tr><td>2. Gipshalit</td><td colspan="2">Gips</td><td>—</td><td>—</td><td>Gipszone</td></tr>
<tr><td>1. Gipsfels</td><td colspan="3">Gips</td><td>—</td><td>—</td><td></td></tr>
</table>

9. Diese Ablagerungen sind sehr empfindlich gegen Änderungen von Temperatur und Druck, und es stellen sich daher unter dem Einfluß der inneren Erdwärme und des Gebirgsdruckes andere Gleichgewichte (Metamorphosen) nach nachstehenden Beispielen ein:
   a) $MgSO_4 \cdot 7\,H_2O$ geht bei 27° in $MgSO_4 \cdot 6\,H_2O$ und dieses bei 31,5°
      Reichardtit **Hexahydrat**
      in $MgSO_4 . H_2O$ über.
      Kieserit
   b) $MgSO_4 . KCl \cdot 3\,H_2O$ geht bei 83° in $MgSO_4 \cdot H_2O + KCl$
      Kainit **Kieserit** Sylvin
      $+ K_2SO_4 \cdot 2\,MgSO_4 + MgCl_2$-Lösung über.
      Langbeinit
   c) $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6\,H_2O$ geht bei 160° in KCl + Magnesiumchloridlösung über.
      Carnallit **Sylvin**
10. So wird z. B. die bei 25° C gebildete Gesteinsfolge (siehe 8.) bei 80° C in folgender Weise umgebildet:

Bischofitzone	als Lösung weggeführt oder verbraucht
Carnallitzone	Carnallit mit Hartsalz (= Steinsalz + Kieserit + Sylvin)
Kainitzone	Hartsalz
Kalium-Magnesiumsulfatzone	Langbeinit und Hartsalz
Kalifreie Magnesiumsulfatzone	Loeweit, Vanthoffit, Kieserit
Polyhalitzone	Glauberit, Anhydrit
Anhydritzone	Unverändert
Gipszone	Anhydrit.

Metamorphische Gesteine.

Die Eruptivgesteine und die Sedimente erleiden unter dem Einfluß von Druck und Wärme bei Gegenwart von Wasser ohne wesentliche Zufuhr von Stoff eine nach der Stärke des Druckes oder nach der Höhe der Temperatur lokalisierte Metamorphose. Und zwar unterscheidet man **Kontaktmetamorphose** und **Dynamometamorphose.**

Die zwei wichtigsten in Betracht kommenden Gesetze sind:

1. Das **Temperaturgesetz:** Steigende Temperatur bedingt eine Stoffassoziation, welche Wärme absorbiert (negative Wärmetönung). Sinkende Temperatur bedingt eine Stoffassoziation, welche Wärme produziert (positive Wärmetönung).
2. Das **Volumgesetz:** Drucksteigerung bedingt eine Stoffassoziation, welche den kleinsten Raum beansprucht.

Beispiel zum Temperaturgesetz:

$$\underbrace{\underset{\text{positiv}}{\text{(Kaolin) } H_4Al_2Si_2O_9} \rightleftharpoons \underset{\text{negativ}}{\text{(Andalusit) } Al_2SiO_5} + \underset{\text{negativ}}{\text{(Quarz) } SiO_2 + 2\,H_2O}}_{\text{Wärmetönung}}$$

Beispiel zum Volumgesetz:

$$\text{(Olivin) } Mg_2SiO_4 + \text{(Anorthit) } CaAl_2Si_2O_8 \rightleftharpoons \text{(Granat)} CaMg_2Al_2Si_3O_{12}$$

$$\text{Molekularvolumen} \rightleftharpoons \frac{\text{Molekulargewicht}}{\text{spezif. Gewicht}},$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{Olivin} = 43{,}9 \\ \text{Anorthit} = 101{,}1\end{array}\right\} \text{Summe } 145, \text{ Granat} = 121.$$

I. Durch Berührung mit erkaltenden **Tiefengesteinen** wird in den Sedimentgesteinen **Kontaktmetamorphose** hervorgerufen. Es wirkt hier primär die steigende Temperatur, welche bei Gegenwart von Wasser z. T. in Druck umgesetzt wird.

Die Veränderung wird mit der Annäherung an die Berührungsstelle immer stärker, die Sedimente werden unter mehr oder minder vollständigem Verlust ihrer ursprünglichen Struktur und Textur kristallinischer. Die am stärksten veränderten Gesteine heißen **Hornfelse.**

In unmittelbarer Nähe des Kontakts tritt gerne noch pneumatolytische Einwirkung hinzu, und es entstehen dann noch Bor-, Fluor- und Chlor-haltige Mineralien (Turmalin, Fluorit, Topas, Apatit usw.). (Pneumatolytischer Kontakt.) Auch Erzlagerstätten können so entstehen.

Tabelle 12.

Die wichtigsten neugebildeten Mineralien[1]) sind:

Kalkspat	**Vesuvian**	**Muskovit**
Wollastonit	**Hornblende**	**Biotit**
Granat	**Feldspäte**	**Andalusit** (Chiastolith)

Cordierit	**Graphit**
Staurolith	**Magneteisen**
Dolomit	**Quarz**

1) Chemische Zusammensetzung siehe Tabellen 2, 9 u. 17.

Die **Sedimente** liefern nun im allgemeinen folgende **Kontaktprodukte:**

Ausgangsgestein	Zwischenstufen	Kontaktprodukt
Kieselige Breccien und Konglomerate, Sandsteine mit kieseligem Bindemittel, Süßwasserquarzit, Spongiensandstein, Radiolarien- und Diatomeenschlamm		**Quarzite**
Tonig-kieselige Breccien und Konglomerate, Sandsteine mit tonigem Bindemittel		**Andalusithornfelse, Glimmerhornfelse**
Tonschiefer	↓ **Knotenschiefer** (Knoten dunkel = Anreicherung organ. Subst.) ↓ **Knotenglimmerschiefer** (Frucht- u. Garbenschiefer, Chiastolithschiefer)	**Andalusithornfelse**
Kieselige Breccien und Konglomerate, sowie Sandsteine mit kalkig- oder dolomitisch-tonigem Bindemittel		**Andalusithornfelse Cordierithornfelse Feldspathornfelse**
Breccien und Konglomerate mit Feldspatgehalt (mit Na, K, Ca, Mg), **Arkosen, Grauwacken**		**Cordierithornfelse, Feldspathornfelse, Glimmerhornfelse**
Grauwackenschiefer	↓ **Knotenschiefer** (Knoten hell = Feldspat)	**Feldspat- und Glimmerhornfelse**
Mergel- und tonhaltige Kalksteine u. Dolomite		**Kalksilikathornfelse, Magnesiasilikathornfelse**
Reine Kalksteine und Dolomite		**Körnige Kalke** (Marmore) **und Dolomite, Bruzitgesteine**
Eisenhydroxyd und Eisenkarbonat		**Magneteisen**
Kohlen		**Graphit**

2. Bei der Gebirgsfaltung wird in allen Gesteinen lokal **Dynamometamorphose** hervorgerufen. Es wirkt hier primär der Druck, der sich z. T. in Wärme umsetzt. Wasser ist zugegen.

Die Veränderung ist am stärksten in der Zone des stärksten Druckes und der größten Tiefe, sie wird intensiver mit der längeren Dauer des Druckes. Zu Beginn und nahe der Erdoberfläche tritt zunächst eine Zertrümmerung der vorhandenen Mineralien (Kataklas- oder Mörtelstruktur), dann eine Plan- und Paralleltextur (Schieferung, Augenstruktur) mit gleichzeitiger Neubildung von Serizit und erst weiterhin je nach Stärke und Dauer des Druckes die Neubildung der übrigen Mineralien ein.

Tabelle 14.

Die wichtigsten neugebildeten Mineralien sind:

bei schwacher Umwandlung:

Muskovit (Serizit)	**Zoisit** } **Saussurit**
Paragonit	**Epidot** } **Saussurit**
Chlorit	**Quarz**
Serpentin	**Kalkspat**
Talk	**Dolomit**
Albit	**Eisenglanz**
Hornblende	**Rutil**
Granat	**Titanit**

bei starker Umwandlung:

Feldspäte	**Cordierit**
Biotit	**Disthen**
Augite	**Sillimanit**
Olivin	**Magnetkies**
Skapolith	**Magneteisen**
Staurolith	**Graphit**

(Siehe auch Tabelle 17.)

Tabelle 15.

Dynamometamorphose der Eruptivgesteine.

Bei schwacher Einwirkung der Dynamometamorphose macht die ursprüngliche Struktur der Eruptivgesteine der Kataklasstruktur und einer Plan- und Paralleltextur Platz.

Bei stärkerer Veränderung werden im allgemeinen die Gesteine der

Familie der **Granite, Syenite, Diorite, Elaeolithsyenite** usw.	zu	**Gneisen**
,, ,, **Porphyre** und **Porphyrite**	zu	**Porphyroiden, Phylliten, Glimmerschiefern, Gneisen**
,, ,, **Gabbro**	zu	**Gneisen, Amphibolgesteinen** und **Serpentinen** (bzw. **Nephrit)**
,, ,, **Diabase** und **Melaphyre**	zu	**Serpentinen, Hornblende-** und **Chloritgesteinen**
,, ,, **feldspatfreien Gesteine**	zu	**Serpentinen, Hornblende-, Augit-, Olivin-, Talk-** und **Chloritgesteinen.**

Die Produkte stärkster Veränderung gleichen sowohl bei den Eruptivgesteinen als bei den Sedimenten den kristallinen Schiefergesteinen vollkommen (siehe Tabelle 18, 19, 20).

Dynamometamorphose der Sedimente. (Die Striche deuten den Verlauf der Umwandlung an.)

Kieselige Konglomerate und Breccien, Sandsteine mit kieseligem Bindemittel, Süßwasserquarzit → **Quarzite**

Spongiensandstein, Radiolarien- und Diatomeenschlamm — **Kieselschiefer** → **Quarzite**

Tonig-kieselige Breccien und Konglomerate, Sandsteine mit tonigem Bindemittel — **Quarzphyllite** (mit Serizit) → **Glimmerschiefer, Gneise**

Tone — **Tonschiefer** — **Phyllite** (mit Serizit) → **Glimmerschiefer, Gneise**

Kieselige Breccien und Konglomerate, sowie Sandsteine; alle mit kalkig- oder dolomitisch-tonigem Bindemittel — **Quarzphyllite** (mit Chlorit, Talk, Hornblende) → **Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer, Gneis**

Breccien und Konglomerate mit Feldspatgehalt (mit Na, K, Ca, Mg), **Arkosen** — **Grauwacken** → **Glimmerschiefer und gneisähnliche Gesteine mit Feldspat, Glimmer, Hornblende**

Löß, Geschiebelehm — **Grauwackenschiefer** → **Glimmerschiefer und gneisähnliche Gesteine mit Feldspat, Glimmer, Hornblende**

Mergel und tonhaltige Kalksteine u. Dolomite — **Kalkphyllite** → **Kalkglimmerschiefer, Kalksilikatfels, Magnesiasilikatfels**

Reine Kalksteine, Dolomite → **Marmor**

Eisenkarbonatgesteine, Eisenhydroxyd — **Eisenglanz** (Roteisenstein) → **Magneteisen**

Braunkohlen — **Steinkohlen** — **Anthrazit** → **Graphit**

Laterit, Beauxit → **Smirgelgesteine**

Die überall die Basis der unveränderten Sedimente bildenden

kristallinen Schiefergesteine

sind durch allgemeine Metamorphose (Einwirkung von Druck und gesteigerter Temperatur bei Vorhandensein oder Fehlen von Wasser und meist ohne wesentliche Zufuhr von Stoff) entstanden.

Es können jedoch auch Injektionen von Lösungen oder von Eruptivmaterial stattgefunden haben. Auch pneumatolytische Beeinflussung von unterliegendem Eruptivmagma kommt vor.

Es ist klar, daß sowohl die Eruptivgesteine als die Sedimente eine Veränderung erfahren mußten, denn jene sind bei im allgemeinen niedrigem Druck und bei hoher Temperatur, diese bei Normaldruck und niedriger Temperatur entstanden. Nun wirkt aber erhöhter Druck und wenig erhöhte Temperatur oder hoher Druck und hohe Temperatur. Dies bedingt also mehrere Zonen, deren obere im allgemeinen Mineralien von positiver Wärmetönung und kleinem Volumen und deren untere Mineralien von negativer Wärmetönung und kleinstem Volumen aufweist.

Infolge einseitigen Druckes zeigen alle Gesteine mehr oder minder deutlich die Plan- und Paralleltextur.

Gesteine, welche das Gleichgewicht noch nicht erreicht haben, noch mehr oder minder deutlich ihre Abstammung verraten, wenige neue deutlich kristallisierte Mineralien enthalten, nennt man **Phyllite.**

Gesteine, die aus Eruptiven entstanden sind, nennt man **„Ortho“**-Gesteine, die aus Sedimenten **„Para“**-Gesteine. Man kann sie in den meisten Fällen unterscheiden teils durch den Chemismus (chemische Zusammensetzung; Vorherrschen des Kalis über das Natron und Tonerdeüberschuß in den Sedimenten), teils durch die Struktur (Reliktstrukturen) der Eruptiven (z. B. Augengneis).

Es liefern Gesteine der Gruppen der nachfolgenden Tabelle 19:

1. **die Eruptivgesteine und ihre Tuffe** Gruppen I, III, IV, V, VI, VII
2. a) **die mechanischen Sedimente** Gruppen II, V, VIII, IX, XII
   b) **die chemischen Sedimente** Gruppen V, IX, X, XI
   c) **die organogenen Sedimente** Gruppen VIII, IX, X.

Tabelle 17.

Die wichtigsten Mineralien der kristallinen Schiefergesteine.

Die kristallinen Schiefergesteine können entsprechend ihrer Entstehung fast alle Mineralien der primären und sekundären Gesteine als Relikte enthalten. (Nicht beobachtet sind hauptsächlich die meisten Feldspatvertreter der primären und die leicht löslichen Salze der sekundären Gesteine.) Die primär nur in metamorphen Gesteinen vorkommenden Mineralien sind mit einem Stern bezeichnet.

Druck und Temperatur steigen mit der Tiefe.

A. In allen drei Zonen.

1. Quarz SiO_2
2. **Albit-Oligoklas** $mNaAlSi_3O_8 \cdot CaAl_2Si_2O_8$ ($m > 3$)
3. ***Granat** $\ddot{R}_3\dddot{R}_2Si_3O_{12}$($\ddot{R}$ = Mg, Fe, Ca, Mn)$\dddot{R}$ = Al, Fe, Cr)
4. **Hornblende** (Ca, Mg, Fe)SiO_3 (z. T. Al- und Na-haltig)
5. **Kalzit** $CaCO_3$
6. **Dolomit** $CaMgC_2O_6$
7. **Magnetit** Fe_3O_4

B. In der oberen Zone.

1. ***Serizit** = dichtem Muskovit
2. ***Paragonit** $(Na, K, H)_6Al_6Si_6O_{24}$
3. ***Talk** $H_2Mg_3Si_4O_{12}$
4. ***Serpentin** $H_4(Mg, Fe)_3Si_2O_9$
5. ***Chlorit** $nH_4(Mg, Fe)_3Si_2O_9 \cdot mH_4(Mg. Fe)_2Al_2SiO_9$
6. **Glaukophan** = Na-haltige Hornblende
7. ***Anthophyllit** = rhombische Hornblende
8. **Kohle**

C. In der oberen und mittleren Zone.

1. **Albit** $NaAlSi_3O_8$
2. ***Margarit** $H_2CaAl_4Si_2O_{12}$
3. ***Sprödglimmer (Chloritoid, Ottrelith)** = wasserhaltige Ca-, Mg-, Fe-, Al-Silikate
4. ***Strahlstein** $Ca(Mg, Fe)_2Si_3O_9$ (Hornblende)
5. ***Staurolith** $H_4(Fe, Mg)_6(Al, Fe)_{24}Si_{11}O_{66}$
6. ***Epidot** $H_2Ca_4(Al, Fe)_6Si_6O_{26}$ } **Saussurit**
7. ***Zoisit** = eisenfreiem Epidot }

8. ***Disthen** Al_2SiO_5
9. **Haematit** Fe_2O_3

D. In der mittleren Zone.

1. **Muscovit** $(K, H)_6Al_6Si_6O_{24}$
2. **Na-haltige Augite u. Hornblenden**
3. **Blaugrüne Hornblenden**
4. ***Tremolit** $CaMg_3Si_4O_{12}$
5. ***Graphitoid** } amorpher Kohlenstoff
6. ***Schungit** }

E. In der mittleren und unteren Zone.

1. **Orthoklas** $KAlSi_3O_8$
2. **Anorthoklas** $(K, Na)AlSi_3O_8 \cdot CaAl_2Si_2O_8$
3. **Alle Plagioklase** $nNaAlSi_3O_8 \cdot mCaAl_2Si_2O_8$
4. **Nephelin** $NaAlSiO_4$
5. ***Phlogopit** $(K, H)_4Al_4Si_6O_{20}F_2 \cdot nMg_2SiO_4$
6. **Biotit** $(K, H)_6Al_6Si_6O_{24} \cdot n(Mg, Fe)_2SiO_4$
7. **Augite** $(Ca, Mg)SiO_3$ z. T. Al- und Na-haltig
8. ***Skapolith** = einem Kalknatronfeldspat mit Gehalt an Chloriden, Sulfaten, Karbonaten des Natriums und Kalziums.

F. In der unteren Zone.

1. **Olivin** $(Mg, Fe)_2SiO_4$
2. ***Wollastonit** $CaSiO_3$
3. ***Diopsid** $(Ca, Mg)SiO_3$
4. ***Jadeit u. Chloromelanit** = Na-haltige Augite
5. ***Vesuvian** $[H_6(Ca, Mg)_3(Al, Fe)_2]_{11}Si_{15}O_{63}$
6. ***Cordierit** $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$
7. ***Sillimanit** Al_2SiO_5
8. **Korund** Al_2O_3
9. ***Graphit** C

Tabelle 18.

Klassifikation der wichtigsten kristallinen Schiefergesteine nach dem wesentlichsten Mineralbestand.

Quarz mit Alkalifeldspat und farb. Gemengt.	**Gneis**
Quarz mit Plagioklas und farb. Gemengt.	**Plagioklasgneis**
Quarz mit Glimmer	**Glimmerschiefer**
Hornblende mit oder ohne Feldspat	**Amphibolit (Nephrit)**
Augit mit oder ohne Feldspat	**Augitfels, Augitschiefer (Eklogit, Jadeit)**
Olivin u. accessor. Gemengt. .	**Olivinfels, Olivinschiefer**
Chlorit u. accessor. Gemengt. .	**Chloritschiefer**
Talk u. accessor. Gemengt. . .	**Talkschiefer**
Graphit, Quarz mit oder ohne Feldspat	**Graphitgneis, Graphitschiefer**
Quarz u. accessor. Gemengt. .	**Quarzite**
Kalzit mit Silikaten	**Kalksilikatfels**
Kalzit . . . . Dolomit.	**Marmore**

Tabelle 19.

Einteilung der kristallinen Schiefergesteine nach Mineralbestand und Zonen. (Nach Grubenmann.)

Mineralbestand: mit * sind die wichtigsten Mineralien bezeichnet

	Obere Zone (Epi)	Mittlere Zone (Meso)	Untere Zone (Kata)	Gruppen
Mineralbestand	Quarz*, Granat, Hornblende			I. **Alkalifeldspatgneise**
Mineralbestand	Albit*, Serizit*, Chlorit*	Orthoklas* (Mikroklin), Anorthoklas*, Oligoklas-Andesin*, Biotit*, Augit*		
Mineralbestand		Mikroperthit*, Muscovit*, Graphitoid	Sillimanit, Cordierit, Graphit	
Mineralbestand	Zoisit*, Epidot*, Disthen, Staurolith			
Gesteine	Serizitalbitgneise	Muscovitgneise, Zweiglimmergneise	Biotitgneise	
Mineralbestand	Quarz*, Granat*, Hornblende			II. **Tonerdesilikatgneise**
Mineralbestand	Albit*, Serizit, Paragonit, Chlorit*, Sprödglimmer*, Glaukophan, Kohle	Orthoklas* (Mikroklin), Mikroperthit*, Oligoklas-Andesin*, Biotit*		
Mineralbestand		Zoisit, Epidot, Schungit	Sillimanit*, Cordierit*, Spinelle, Augit, Graphit	
Mineralbestand	Disthen*, Staurolith*			
Gesteine: Schiefer	Serizitalbitphyllite, Disthenalbitph., Staurolithalbitphyllite, Granatalbitph.	Muscovitschiefer, Zweiglimmersch., Paragonitschiefer, Disthenglimmerschiefer, Staurolithglimmerschiefer, Granatglimmersch.		
Gesteine: Gneise	Serizitalbitgneis, Disthenalbitgneis, Staurolithalbitgneis, Granatalbitgneis	Disthengneis, Staurolithgneis, Granatgneis	Sillimanitgneis, Cordieritgneis, Granatgneis	
Mineralbestand	Quarz*, Hornblende*, Kalzit			III. **Kalknatronfeldspatgneise**
Mineralbestand	Albit*, Chlorit*, Serizit*, Kohle	Oligoklas-Andesin*, Orthoklas*, Biotit*		
Mineralbestand		Zoisit*, Epidot*, Staurolith, Graphitoid	Augit*, Sillimanit, Cordierit, Graphit	
Gesteine	Epidotalbitgneis, Epidotphyllit	Hornblendeplagioklasgneis, Glimmerplagioklasgneis, Hornblendegarbenschiefer	Augit-, Hornblende-, Biotit-Plagioklasgneis	
Mineralbestand	Granat*, Hornblende, Quarz			IV. **Eklogite und Amphibolite**
Mineralbestand	Glaukophan*, Anthophyllit, Chlorit*, Karbonate, Serizit, Talk, Sprödglimmer, Serpentin	Andesin-Anorthit*, Biotit		
Mineralbestand		Muscovit, Paragonit, Skapolith	Augit* (Omphacit), Orthoklas	
Mineralbestand	Epidot*, Zoisit*,			
Gesteine	Albitamphibolite, Epidotchloritschiefer, Glaukophanite, Gabbroschiefer	Zoisitamphibolite, Skapolithamphibolite, Granatamphibolite, Plagioklasamphibolite, Anthophyllitite	Eklogit, Plagioklas-Augitfels	
Mineralbestand	Hornblende*, Granat			V. **Magnesiumsilikatschiefer**
Mineralbestand	Chlorite*, Talk*, Serpentin*, Albit	Spinelle, Biotit, Plagioklas, Quarz		
Mineralbestand		Anthophyllit*, Muscovit	Olivin*, Granat*, Augit*	
Mineralbestand	Strahlstein*, Zoisit, Epidot, Karbonate			
Gesteine	Chloritschiefer, Talkschiefer, Serpentinschiefer, Ophikalzit	Hornblendeschiefer, Strahlsteinschiefer, Nephritite, Anthophyllitschiefer	Olivinschiefer, Olivinfels, Augitschiefer, Augitfels	
Mineralbestand	Albit*, Hornblende*, Granat			VI. **Jadeitgesteine**
Mineralbestand	Glaukophan*, Strahlstein*, Chlorit	Orthoklas, Nephelin*		
Mineralbestand		Mikroklin*, Albit-Oligoklas*, Na-haltige Augite* und Hornblenden*, Biotit	Jadeit*	
Mineralbestand	Quarz*			
Gesteine	Alkaligneise	Alkaligneise	Jadeitite	
Mineralbestand	Granat, Albit-Oligoklas*, Hornblende*			VII. **Chloromelanitgesteine**
Mineralbestand	Glaukophan*, Serizit*, Chlorit*, Strahlstein*, Sprödglimmer*	Orthoklas		
Mineralbestand		Blaugrüne Hornblende*, Biotit*, Muscovit	Chloromelanit*	
Mineralbestand	Albit*, Epidot*, Zoisit*, Quarz, Karbonate			
Gesteine	Glaukophanalbitschiefer, Serizitalbitschiefer, Chloritalbitschiefer	Biotitplagioklasschiefer, Hornblendechloromelanitite	Chloromelanitite	
Mineralbestand	Quarz*, Granat			VIII. **Quarzitgesteine**
Mineralbestand	Albit, Serizit, Chlorit, Strahlstein, Chloritoid, Glaukophan, Kohle	Feldspäte, Biotit, Hornblende		
Mineralbestand		Muscovit, Epidot, Staurolith, Graphitoid	Augit, Cordierit, Sillimanit, Graphit	
Mineralbestand	Disthen			
Gesteine	Serizitquarzite	Glimmerquarzite	Gneisquarzite	
Mineralbestand	Granat*, Hornblende*, Quarz*, Karbonate*			IX. **Kalksilikatgesteine**
Mineralbestand	Serizit*, Chlorit, Glaukophan, Talk, Serpentin, Albit	Biotit		
Mineralbestand		Muscovit*, Plagioklas, Staurolith	Basische Plagioklase*, Augit*, Vesuvian*, Skapolith*, Phlogopit*, Cordierit	
Mineralbestand	Epidot, Zoisit, Strahlstein*, Kohle			
Gesteine	Kalksilikatschiefer, Epidotschiefer, Granatschiefer, Kalkphyllite	Kalksilikatschiefer, Kalkglimmerschiefer	Augitfelse, Granatfelse, Vesuvianfelse, Skapolithfelse	
Mineralbestand	Kalzit*, Dolomit*, Quarz			X. **Marmore**
Mineralbestand	Albit, Serizit, Chlorit, Talk, Serpentin	Feldspäte, Phlogopit, Biotit, Hornblende		
Mineralbestand		Muscovit, Strahlstein, Tremolit, Graphitoid	Diopsid, Wollastonit, Granat, Skapolith, Vesuvian, Spinell, Olivin, Graphit	
Mineralbestand	Zoisit, Epidot			
Gesteine	Kalzitmarmore, Dolomitmarmore			
Mineralbestand	Magnetit*, Hornblende, Granat			XI. **Eisenoxydische Gesteine**
Mineralbestand	Quarz, Epidot, Chlorit, Talk, Kalzit, Serpentin, Serizit	Feldspäte		
Mineralbestand		Glimmer, Kalzit, Dolomit	Olivin, Sillimanit, Biotit, Augit	
Mineralbestand	Haematit*, Strahlstein			
Gesteine	Magnetitgesteine, Eisenglimmerschiefer		Magnetitgesteine	
Mineralbestand	Korund*, Magnetit*, Margarit, Muscovit, Biotit, Chloritoid, Disthen, Staurolith, Spinelle, Diaspor, Karbonate			XII. **Aluminiumoxydgesteine**
Gesteine	Smirgelgesteine			

Tabelle 20.

Klassifikation der Gneise nach der Textur und Struktur.

	Textur:	Struktur:
Lagengneis	Lagenförmig	
Gemeiner Gneis	Plan und Parallel	
Körniger Gneis	Massig	Granitisch
Körnig-flaseriger Gneis	Flaserig	
Flaseriger Gneis		
Schieferiger Gneis	Schieferig	
Stengelgneis	Stengelig	
Porphyrartiger Gneis	Plan und Parallel	Porphyrartig
Augengneis	Flaserig	Porphyrartig
Konglomeratgneis		mit Geröllen
Dichter Gneis	Massig	Granitisch und feinkörnig
Hälleflinta	Lagenförmig	Dicht

Tabelle 21.

Geologische Formationen.

Gruppe	Formation	Unterabteilungen
Känozoische Formationsgruppe	**Alluvium**	Heutige Bildungen
	Diluvium	Postglazial — III. Glazial — 2. Interglazial — II. Glazial — 1. Interglazial — I. Glazial
	Tertiär	Pliozän — Miozän — Oligozän — Eozän
Mesozoische Formationsgruppe	**Kreide**	Senon — Turon — Zenoman — Gault — Neokom
	Jura	Weißer Jura oder Malm Brauner Jura oder Dogger Schwarzer Jura oder Lias
	Trias	Keuper — Muschelkalk — Buntsandstein
Paläozoische Formationsgruppe	**Dyas oder Perm**	Zechstein — Rotliegendes
	Karbon- oder Steinkohlenformation	Produktive Kohle — Untere Kohle (Kulm), Kohlenkalk
	Devon	Ober-, Mittel-, Unterdevon
	Silur	Ober-, Untersilur
	Kambrium	
	Präkambrium oder Algonkium	
Archäisches oder Azoisches Gebirge	**Grundgebirge**	Kristalline Schiefergesteine

Erklärung der Abbildungen der wichtigsten Strukturarten.

1. **Hypidiomorph-körnige oder granitisch-körnige Struktur.** Farbige Gemengteile (im Bilde dunkel) erstes Ausscheidungsprodukt, dann Feldspat (trübe), zuletzt Quarz (hell). Die ersteren teilweise von eigenen Kristallflächen begrenzt. (Amphibolbiotitgranit.) Vergrößerung 15fach.
2. **Panidiomorph-körnige Struktur.** Feldspat (trübe) und Quarz hell) sind meist von eigenen Kristallflächen begrenzt. (Aplit.). Vergr. 20.
3. **Holokristallin-porphyrische Struktur.** Quarz (hell) und Feldspat (trübe) in zwei Generationen, als Einsprenglinge und in der Grundmasse. (Dacit.) Vergr. 15.
4. **Hypokristallin-porphyrische Struktur.** Feldspat (hell) und Augit (etwas dunkler) in zwei Generationen, als Einsprenglinge und in der Grundmasse. In dieser außerdem reichliche Glasbasis. (Melaphyr.) Vergr. 15.
5. **Ophitische oder diabasisch-körnige Struktur.** Die Feldspäte (hell) idiomorph und vor dem allotriomorphen, die Zwischenräume erfüllenden Augit (dunkel) ausgeschieden. (Diabas.) Vergr. 25.
6. **Breccie.** Eckige Bruchstücke mit kleinkörnigem Bindemittel. (Marmor.) Nat. Gr.
7. **Konglomerat.** Gerundete Gerölle in kleinkörnigem bis dichtem Bindemittel. (Puddingstein). Nat. Gr.
8. **Sandstein.** Gerundete Sandkörner (Quarz) in dichtem oder feinkörnigem Bindemittel. (Buntsandstein.) Vergr. 20.
9. **Oolith.** Konzentrisch schalige oder radialfaserige Kügelchen von Kalkspat in (kalkigem) Bindemittel. (Aus dem Muschelkalk.) Vergr. 15.

10. **Knotenschiefer.** Obere Hälfte: Anhäufung von dunklem Pigment mit Beginn der Kristallisation. (Tonschiefer.) Vergr. 30
Untere Hälfte: Helle Knoten aus neukristallisiertem Feldspat bestehend. (Grauwackenschiefer.) Vergr. 5.
11. **Quarzit.** Mosaikartig ineinandergreifende Quarzkörner. Vergrößerung 20. Nic. +.
12. **Andalusithornfels.** Hornfelsstruktur. Andalusit, Quarz (ganz helle Grundmasse) und Biotit (dunkel). Vergr. 30.
13. **Verdrückter Pegmatit.** Kataklasstruktur. Feldspat und Quarz zerdrückt und zersprungen. Nic. +. Undulöse Auslöschung. Vergr. 30.
14. **Verdrückter Pegmatit.** Sehr starke Kataklase am Pegmatit. Ein großes Turmalinbruchstück mit zahlreichen kleinen Quarzbruchstücken in sehr feinkörnigem, plan- und paralleltexturiertem, gefaltetem Mörtel. Vergr. 30.
15. **Augengneis.** Große Feldspatkörner von einem zertrümmerten, kleinkörnigen Gemenge von Quarz und Feldspat mit Glimmer flaserförmig eingeschlossen. Nat. Gr.
16. **Glimmerschiefer.** Schichtig angeordnete Quarzkörner von Glimmerflasern durchzogen; einzelne Granatbruchstücke. Vergrößerung 20.

Ant. Kämpfe, Buchdruckerei, Jena.

Fig. 2. Panidiomorph-körnige Struktur. Aplit.

Fig. 1. Hypidiomorph-körnige Struktur. Granit.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Fig. 4. Hypokristallin-porphyrische Struktur. Melaphyr.

Fig. 3. Holokristallin-porphyrische Struktur. Dacit.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Fig. 6. Breccie. Marmor

Fig. 5. Diabasisch-körnige Struktur. Diabas.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Fig. 8. Sandstein.

Fig. 7. Konglomerat. Puddingstein.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Fig. 10. Zweierlei Knotenschiefer.

Fig. 9 Oolith. Rogenstein.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Fig. 12. Andalusithornfels.

Fig. 11. Quarzit Mosaikstruktur.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Fig. 14. Sehr starke Kataklasstruktur. Pegmatit.

Fig. 13. Kataklasstruktur. Pegmatit.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Fig. 16. Glimmerschiefer. Plan- und Paralleltextur.

Fig. 15. Augengneis. Struktur porphyrartig, Textur flaserig.

Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. Von Dr. **Edgar Dacqué,** Privatdoz. an der Univ. München. Mit 79 Abb. im Text u. 1 Karte. VII, 499 S. gr. 8° 1915 Mk 56.—, geb. Mk 72.—

Vorschule der Geologie. Eine gemeinverständliche Einführung und Anleitung zu Beobachtungen in der Heimat. Von **Johannes Walther,** Prof. der Geologie und Paläontologie. Siebente, ergänzte Auflage. Mit 123 Originalzeichnungen, 134 Aufgaben, nebst Literaturverzeichnis für Exkursionen und einem Wörterbuch wichtiger Fachausdrücke. VIII, 262 S. kl. 8° 1920 Mk 18.—, geb. 24.—

Allgemeine Gebirgskunde. Von Dr. **Otto Wilckens,** vordem o. Prof. der Geologie und Paläontologie und Direktor des geologisch-paläontolog. Instituts der Kaiser Wilhelm-Universität Straßburg, Mitglied des Beirats der Geolog. Landesanstalten von Elsaß-Lothringen. Mit 115 Abbildungen im Text. VI, 154 S. gr. 8° 1919 Mk 20.—, geb. Mk 25.—

Inhalt: 1. Einleitung. 2. Das Baumaterial der Gebirge. 3. Die Teilung des Gebirges und seine Gliederung. 4. Gebirgssysteme. 5. Die Einteilung der Gebirge. 6. Die vulkanischen Gebirge. 7. Die tektonischen Gebirge. 8. Erosionsgebirge. 9. Die geographische Verteilung der Gebirge. 10. Die Ursachen der Gebirgsbildung. 11. Literatur. 12. Erklärung der geologischen Fachausdrücke. 13. Register.

Grundzüge der tektonischen Geologie. Von Dr. **Otto Wilckens,** a. o. Prof. der Geologie und Paläontologie an der Universität Jena. Mit 118 Abbildungen im Text. VIII, 113 S. gr. 8° 1912 Mk 14.—, geb. Mk 24.—

Inhalt: Morphologische Tektonik. — I. Die tangentialen Dislokationen. 1. Faltung. 2. Überschiebung. 3. Zweifache Faltung, diskordante Lagerung. 4. Erodierte Falten und Überschiebungsdecken. 5. Transversalverschiebungen. 6. Überschiebung ohne vorhergehende Faltung, Schollenüberschiebung, Spaltdecken, listrische Flächen. — II. Die radionalen Dislokationen. 1. Die Flexur. 2. Die Verwerfungen.

Revolutionen in der Erdgeschichte. Eine akademische Rede, gehalten am 24. Juli 1920 entsprechend den Bestimmungen der Paul von Ritterschen Stiftung für phylogenetische Zoologie. Von Dr. **Wilfried von Seidlitz,** Inhaber der Häckelprofessur für Geologie und Paläontologie an der Universität Jena. Mit 3 Abbild. im Text u. 1 Tabelle. 42 S. gr. 8° 1920 Mk 8.—

Temperatur und Zustand des Erdinnern. Eine Zusammenstellung und kritische Beleuchtung aller Hypothesen. Von Dr. **Hermann Thiene,** Assistent am Mineralog. Institut der Universität Jena. VII, 203 S. gr. 8° 1907 Mk 10.—

Einführung in die Erdbeben- und Vulkankunde Süditaliens. Von **August Sieberg,** technischer Sekretär der Hauptstation für Erdbebenforschung in Straßburg i. Els. Mit 2 farbigen Ansichten, sowie 67 Abbildungen und Karten im Text. VI, 226 S. 8° 1914 Mk 16.—

Ant. Kämpfe, Buchdruckerei, Jena.